سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

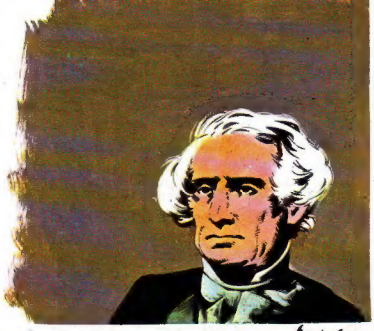
مِنَ الحِرَفِ اليَدَويّة إلى الصّناعَة

⑯

- التلفاز الكهربائي يخترعه رسّام
- آلة الخياطة
- عدسة التصوير تنفتح على كل شيء

منشورات مكتبة سمير
شارع عزوري - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette



وجه « صموئيل فِلي بريز مُورس » الجميل النشيط ، الذي اشتهر كرسّام ، قبل أن يغدُوَ صاحبَ اختراع سيكسبه إعجابَ العالم وشكرَه .

التلغراف الكهربائي يخترعه رسّام في حلة استجمام بحريّة

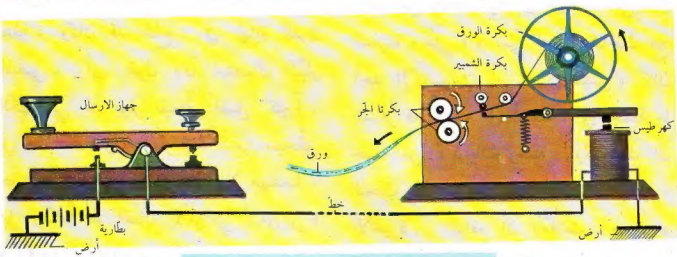
إنّ جهازَ إبراقٍ يعتمد[1] الإشارات البَصَريَّة ، كجهاز « شاب » ، كان في الحقيقة مُجدِياً[2] ، ولكنْ ما كان بوسعه العمل ، الاّ إذا توفّرت له شروطُ رؤية صالحة . هذا ، وكان قد شاع ، في نهاية القرن الماضي ، رأيٌ يقول بانّ استعمال التيّار الكهربائيّ قد يوفّر نتيجةً أفضل كثيراً ، في هذا المضمار . والطريفُ أنّ مَن سيحقّق هذه الفكرة لن يكون عالماً ولا مهندساً ، بل رسّاماً هو الفنّان الأميركيّ « مورس » (١٧٩١ – ١٨٧٢) .

بعدما درس « مورس » فنَّ الرسم في لندن ، حيث أكسبَتْه لوحتُه « موت هِرَقل » وساماً ذهبيّاً ، أسّس في نيويورك « أكاديميّة التصميم الوطنيّة » . وفيما كان الرسّام عائداً من رحلة ثانيّة إلى اوربّا ، على متن السفينة « سُلِّي » ، تسنّى له أن يتباحث مع أحدِ الرّكّاب في أمر « كهرطيس » كان المسافرُ قد ضمّه الى أمتعته ، في جملة ما حمله من ذكريات رحلته . ولا شكّ انَّ البحث دار بينهما حول أعمال « أمبير » الأخيرة ... الواقع أنّ تأمُّلاتِ « مورس » كانت تدور حول الفكرة التاليـة : « إذا كنّا نستطيع أن نلاحـظ وجـودَ الكهرباء.

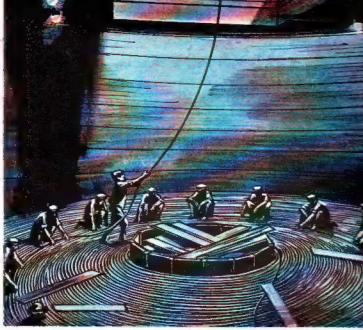
في موضعٍ ما من الدورة ، فنقلُ الفكرة مباشرةً بواسطة الكهرباء أمرٌ ممكن » ... وما أتى اليـوم التالي ، حتّى أعلـن « مورس » لقبطان الباخرة : « عندما سيبلغك خبرُ اكتشاف التلغراف الكهربائي ، تَذَكَّر أنّ هذا الإكتشاف قد تمّ على متن « السلّي » بتاريخ ١٤ تشرين الأوّل ١٨٣٢ ! » ولم تبلغ الرحلةُ نهايتَهـا ، حتّى كان « مورس » قد وضع المبادىء العامّـة لإكتشـافـه .

عندما وصل « مورس » إلى أميركا ، لم يكن عليه الاّ أن يُركِّبَ جهازَيْ الإرسال والاستقبالِ اللذَين كان قد وضع تصميمهما على أوراقه . ولم يتيسّر له ذلك بسهولة ، لأنّ امكاناتِه المادّيةَ كانت بسيطة ، وما كان أحدٌ من الناس يُمِدُّه [٣] بالعون . فما استطاع أن يقوم بأُولى اختبارات جهازه ، الاّ بعدَ مرور سنوات خمس ، فارسل برقيّته التاريخيّة الشهيرة : « تَنَبَّـهْ أيُّهـا الكـــون » .

الاّ أنّ الحكومة الأميركيّة استقبلت اختراع « مورس » بفتور ، ولم تصادفْ مساعيه في أوربا غيرَ الخيبة . ثم بَسمَ له الحظ أخيراً ، فحصل اختراعُه على براءته [٤] ، وحصل هو على اعتمادات [٥] ماليّة خاصّة مكّنته من إنشاء خطٍّ برقيّ جرت تجربتُه في ٢٤ آيار ١٨٤٤ ، إذ أرسل برقيّته الثانية الشهيرة من « واشنطن » إلى « بَلتمور » ، وقد اختارها



صورة بيانيّة لجهاز التلغراف بقسمَيْه المرسِل واللاقط المسجِّل . إنّه غاية في البساطـة .



بطريق الصدفة من الكتاب المقدّس ، وهي تقول : « ماذا خَلَقَ الله ؟ »

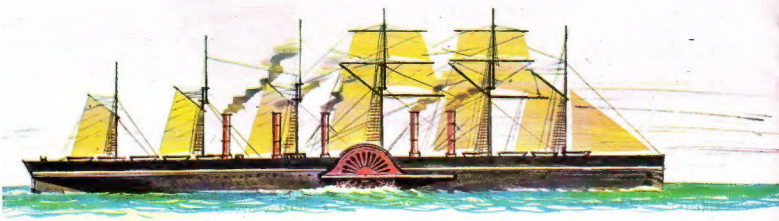
كان ارسالُ البرقيَّة يقتضي اللجوءَ إلى جهاز الإرسال المتَّصل بالخط ، وهو مؤلف من شفرة معدنيّة ذاتِ رأس محدَّد مواجهٍ لمسمار معدنيّ أيضاً . فما تُضغَطُ الشفرةُ حتّى يلامِسَ الرأسُ المسمارَ وينتقلَ التيّارُ في دار ته . وكان الجهاز اللاقط مؤلفاً من كهرطيس كلَّما مرّ فيه التيَّار ، ضَغَطَ بقلم (أو بريشة فيما بعد) ، على شريط من ورق تكرُّه حركةٌ منتظمة . وكان القلم يترك على الشريط ، وَفقاً لطول فترة مرور التيار أو قصرِها ، خطّاً صغيراً أو نقطة . أمّا فكرة المجموعات التي إئْتلفت فيها مجموعاتُ الإشارات الطويلة والقصيرة ، فقد استمدّها « مورس » من صديقه

A ·−	B −···	C −·−·	D −··
E ·	F ··−·	G −−·	H ····
I ··	J ·−−−	K −·−	L ·−··
M −−	N −·	O −−−	P ·−−·
Q −−·−	R ·−·	S ···	T −
U ··−	V ···−	W ·−−	X −··−
Y −·−−	Z −−··	1 ·−−−−	2 ··−−−
3 ···−−	4 ····−	5 ·····	6 −····
7 −−···	8 −−−··	9 −−−−·	0 −−−−−

أبجديّة « مورس » .

مشهد الكابل الملفوف في جوف السفينة وقد هُيِّء خصّيصاً لهذا الغرض .

سفينة « غريت إيسترن » التي مدّت عام ١٨٦٦ أوّلَ كابل بحريّ بين أميركا واوربا .



« فيـل » ، فشكّلت الأبجديّة الشهيرة التي حملت اسمَـه وما زالت مستعملةً حتى اليوم .

أوّلُ ما وُضِع تلغراف « مورس » في الخدمة في اوربا ، في النمسا وبروسيا وسويسرا . وتبنّتـه فرنسا عام ١٨٥٦ . ولقد امتدّت « بمورس » سنُّه حتّى حضر سنة ١٨٦٦ نجاحَ أوّل كابل بحريّ عَبَرَ المحيط الأطلسيّ ، كما حضر تدشينَ التمثال الذي نُصب له في حديقة « سنترال بارك » ، في نيويورك . وما بلغ القرنُ التاسع عشر نهايتَـه ، حتى كانت شبكةٌ كثيفة من الكابلات البرقيّة تمتدّ عبرَ العالم بأَسره .

ومنذ عهد « مورس » ، أُدخِلت على التلغراف تحسينات كثيرة ، أهمُّها تلك التي حقّقها « جان بُودو » ، والتي انتهت بالطابعة الحديثة المسيَّرة من بعد (التيلكس) .

التفسير

١ – يَعتمِد : يستعمـل .
٢ – مجدياً : نافعاً .
٣ – يُمدُّ بالعَون : يقدَّم له المساعـدة .
٤ – براءَة اختراع : اعتراف رسميّ .
٥ – اعتمادات : مساعدات ماليّـة مرصودة لمشروع .

الاسئلة

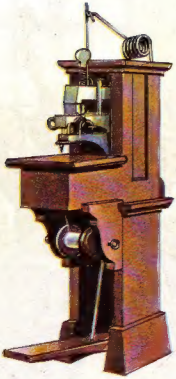
١ – ماذا كان يفرض جهاز « شاب » البصريّ ؟
٢ – هل كان « مورس » عالماً أو مهندساً ؟
٣ – أين ومتى خطرت له فكرة استخدام التيار الكهربائي لنقل الوسائـل ؟
٤ – ما هي أوّل برقية نقلها على جهازه !
٥ – ممّ يتركّب جهاز « مورس » التلغرافي ؟
٦ – مَن هو واضع أبجديّة مورس ؟ ؟

آلة الخياطة

كان اختراعُ آلةٍ قادرة على الخياطة بذاتها ، حلُماً طالما دغدغَ مخيِّلاتِ البعض ، في مَطلع القرنِ التاسعَ عشر . ولقد حصل أحدُهم عامَ ١٨٠٤ ، على براءَة[١] لآلة من هذا النوع ، ولكنَّ مشروعَه لم يَنجح . ثمَّ حُسِّنَت هذه الآلةُ بعدَ ثلاثين سنة ، باستعمال إبرة حادَّة الطرفَين مثقوبةِ الوسَط ؛ فصُنِع منها آلةٌ للتطريز ، لا تَصلُح للاستعمال إلاّ في مَشغل[٢] : لأنّها كانت تَشمَلُ جهازاً من الإبَر النقّالة التي يوجِّهها مستنسِخٌ[٣] آليّ ، يمكِّنها من إعادة رسم التطريز ؛ ولأنّ تشغيلَها يتَطلَّبُ عدَداً من العامِلات .

« برتلمي تيمونييه » : نظرة متأمِّله مُركِّزة ، ربّما على إمكانات اختراعِه المستقبليّـة ...

أمّا آلةُ الخياطة الفَرديّة ، فقد قدَّمها لنا خيّاط بسيط من سكّان « أمبَلي » ، هو « بَرتلمي تيمونييه » (١٧٩٣ – ١٨٥٧) ؛ ولقد بناها أوّلَ الأمر بكاملها تقريباً ، من الخشب ؛ ودعاها « الخائِطة – المُطرِّزة » . كانت إبرتُها على شكل صنّارة التطريز . وكانت تتحرَّك عموديّاً من أعلى الى أسفل ، فتمرّ خلالَ ثقبٍ مفتوح في اللوحة التي

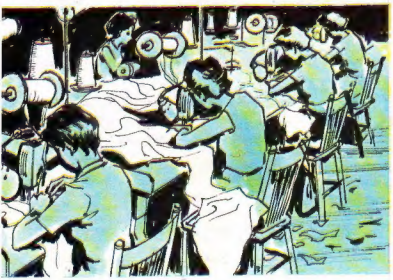


« الخائطة – المُطرِّزة » الاولى التي صنعها « تيمونييه » .

تحمل القماش ، والتي كان يَمتدُّ تحتَها خيطٌ أُفُقيّ . كانت الإبرة ، متى نزلَتْ ، تخترقُ النسيج وتعلَق بالخيط الممدود تحت اللَوحة ، لتعودَ به معقوفاً بشكل حَلْقة ، إلى ما فوقَ النسيج . وعندما كانت الإبرة تعود إلى الهبوط ، كانت تصنع مع هذه الحَلقة « قُطبَةَ السُلَيسِله » . وكانت هذه القُطبة تُعقَدُ تحت اللَوحة ، بواسطة قضيب

صورة آلة الخياطة البيتيّـة المعروفة ، بين ١٩٠٠ و ١٩٣٠

عاش « تيموتيه » أيّاماً عصيبة ، كغيره من المجدِّدين الذين ظهرت اختراعاتُهم وكأنَّها تهدِّد أرزاق العمّال الذين خافوا أن تحلَّ الآلة محلَّهم لترميَهم في أحضان البطالة . مشغل تيمونيه ، عام ١٨٣١ وقد عاث فيه عمّال الخياطة فساداً وتدميراً .



آلات الخياطة الحديثة، في مصنع للثياب الداخليّة.

عموديّ صغير، في رأسه الأعلى عينٌ يمرّ فيها الخيط. وكان هذا القضيب يقومُ بدورةٍ كاملة حولَ الإبرة، عندما تكون الإبرة في أدنى[٤] نقطة من هُبوطها.

لم يكن «تيمونييه» ميكانيكيّاً الا بالهوى والخيال؛ ولذلك استعان «بفِرّان»، مدرِّب مدرسة المناجم في «سان إتيان»، لصُنع النَموذج الأوّل، الذي نالَ براءَتَه سنة ١٨٣٠. بَقِيَ للآلة أن تُنتَجَ صناعيّاً وأنْ تَنتشر، الأمرُ الذي كان المخترع يعتبرُه مأثرةً[٥] كبيرة، لاحدَّ لمنافِعها على الصعيد الإقتصاديّ. ولقد كان يقول: «ما هو مصيرُ آلة الحياكة هذه؟ لست أدْري. ولكن لو سُمِح لي أن آمل منها توفيرَ فَرنكٍ واحد في السنة، مقابلَ خياطةِ الثياب الخارجيّة والداخليّة الخاصّة بكل فرد، لَوَفَّرتُ لبلادي عملاً سَنَوِيّاً يُساوي ٣٣ مليون فرنك؛ ولو أُنفِقَ هذا المَبلغ على صناعات أخرى، لزادت الثروةُ القوميّة بما يُعادله...»

ولكن، وللأسف الشديد، ما كان عمّالُ الخياطة في باريس، يشاطِرون[٦] المخترعَ أفكارَه الكريمة تلك. فقد اعتبروا هذه الآلة خطراً على أرزاقهم، فانقضّوا[٧] على آلات الخياطة الأُولى يحطّمونها، وكادوا يحطِّمون «تيمونييه» نفسه، لو لم يَلجأ إلى الهرب. ولمّا عاد إلى بَلدتِه «أمبَلي»، عاشَ من اللَمَّات التي كانيجمعُها، كلّما عرَض آلة الخياطة الأولى التي احتفظ بها، على جماهير المتفرّجين، الى أن مدّ له يدَ المعونة أَحدُ صُنّاع مدينة «ليون».

في أثناءِ ذلك، كان قد تحقّق في

الولايات المتّحدة تقدّمٌ حاسم[٨] ، وذلك بفضل جهاز « قُطبة المكّوك » الذي تمكّن من عَقدِ الخيط لدى كلِّ قُطبة بحيث إذا انقطع الخيط ، لم تَعُدِ القُطَب كلُّها تنحلُّ ، على غِرار ما كان يحدث « لقطبة السُّلَيْسِلة » .

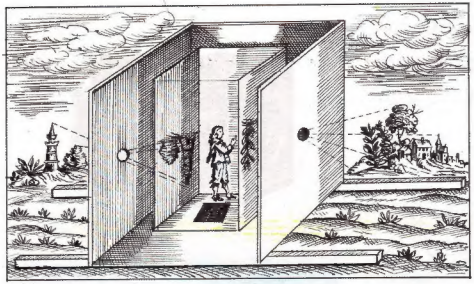
أمّا اليوم ، فعدد آلات الخياطة التي تعمل ناشطة في العالم ، لا يُحصى . بعضها صناعيّ مختصّ بخياطة الأنسجة أو الجلود ، وبعضها الآخر عائليّ يُفيد من التحسينات التي تَطرأ في كلِّ عام .

التفسير

١ – براءَة : شهادة رسميّة تُعطى لتسجيل اختراع .
٢ – مَشغل : مكان الشغل والعمل .
٣ – مُستَنْسِخ آليّ : آلة ميكانيكيّة تُستعمل في نسخ الرسوم .
٤ – أدنى نقطة : أوطأُ نُقطة ، أحطُّ نقطة .
٥ – مأثرة : عمل كبير مشكور .
٦ – شاطرَ : شارك ، قاسَمَ .
٧ – انقضّوا على : هجموا على ...
٨ – تقدُّم حاسم : تقدُّم بارز ، نهائيّ .

الاسئلة

١ – كيف كانت إبرة آلة التطريز الأولى ؟
٢ – لماذا لم تكن آلة التطريز هذه صالحة إلاّ لمَشغل ؟
٣ – من اخترع أوّل آلة للخياطة ؟ ومتى سُجِّلت ؟
٤ – كيف كانت تعمل آلة « تيمونييه » للخياطة ؟
٦ – كيف قابل عمّال الخياطة في باريس اختراع « تيمونييه » ؟
٧ – كيف قضى « تيمونييه » أيّامه الأخيرة ؟
٨ – ما فضل « قطبة المكّوك » على « قطبة السُّلَيْسلة » ؟



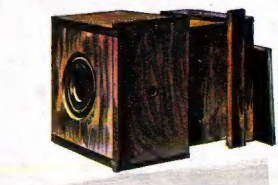
غرفة مظلمة (١٦٤٦) .

عدسة التصوير تنفتح على كلّ شيء

نيبس وداغير .

متى ثقَبنا جدارَ علبة ما ثقباً صغيراً ، استطعنا أن نرى على الجدار المقابِل صورةً مقلوبة لشيء مُضاء مواجهٍ للثُقب . ذاك كان الاختبار الذي قام به ، في أحد الأيام ، العـالمُ الفيزيائيّ النابوليتـاني « دِلاّ بورتا » (١٥٣٨ – ١٦١٥) ، في غرفته الخاصّة التي ما كان الضوء يدخلُها الاّ من نافذة ضيّقة . وسرعان ما صُبِغت غرفٌ سوداء نقّالة ، وُسِّعت نوافذُها وزُوِّدت بعدسة مقرِّبة مجمِّعة ، وُضِعت عند بُؤْرتها [1] شاشـة !

على هذه الورقة ملامحُ الأشياء الثابتة في نور الشمس ، والتي وَجَّه نحوها عدسةَ غرفته . ولكنّه لم يعرف كيف يثبِّت هذه الملامح . وعبثاً حاول ذلك « هَمفري ديفي » ! الاّ أنَّ شرفَ تذليل[٢] المصاعب التي اعتبرها « ديفي » نفسُه كأداء[٣] لا تذلَّل ، سنيعود لعالَمَين فرنسيَّين هما : « نِيبس » و « داغير » .



جهاز « نيبس » المحفوظ في متحف « شالون – سر – مارن » .

ولكن كيف السبيلُ الى تثبيت هذه الصور وحفظها ؟ لن يصبحَ التفكيرُ بهذا الاحتمال ممكناً ، الاّ بعد أن يلاحظ العالِم الاسوجيّ « شيل » ، عام ١٧٧٧ ، أنَّ كلورور الفضّة (ملح الفضّة) يَسودّ في النور . بعد هذا بقليل ، كسا العالِمُ الفيزيائيّ « شارل » صدر غرفته السوداء بورقة مبلولة بملح الفضّة ، فارتسمت

فراشة على زهرة ، يُسَجِّل المصوِّر وضعها عن كثب .

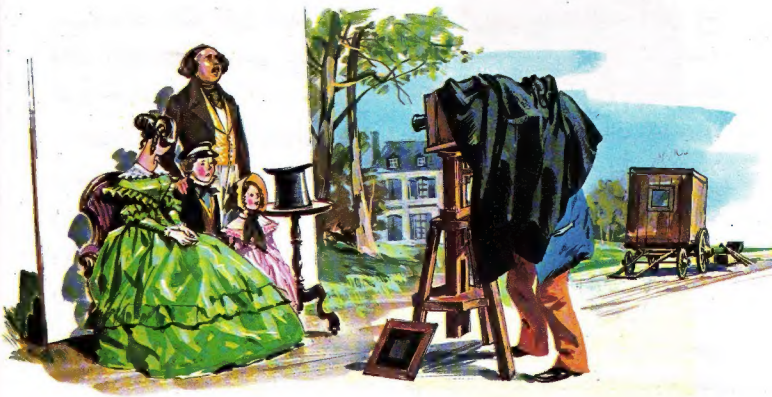
نحن الآن في زمن عرَفت فيه الطباعةُ الحجريّة رواجاً[٤] كبيراً ، أثار اهتمام « نيسيفور نِيبس » (٢٧٦٥ – ١٨٣٣) ؛ ففكّر باستبدال حجر الطباعة بصفيحة معدنيّة صقيلة تُطبع عليها صورة الأشياء ، بنتيجة تأثير الأشعَّة المنيرة على صفحتها اللامعة الحسّاسة . فعمد إلى « قار اليهوديّة » الذي يتغيّر بسرعة إذا ما عُرِض للنور . ولكنّ انطباع صورةٍ لمشهد طبيعيّ ما ، على اللوحة الموضوعة في صدر الغرفة السوداء ، كان يتطلّب عَرَضاً لا ينقصُ عن ثماني ساعات ... كان « جاك داغير » (١٧٨٧ – ١٨٥١) الرسّام الماهر ومخترعُ « الديوراما » (ذاك المشهد الذي عُرِض على الباريسيين سنة ١٨٢٢) ، يقومُ بابحاثه في الاتّجاه عينه . فاتّفق الرجلان على العمل معاً ، وتمكّنا من

تطوير[5] فنّهما . تُوُفِّيَ « نيبس » سنة ١٨٣٣ ، وتابع « داغير » أعماله ، فاكتشف المادّة المظهِّرة والمادّة المثبِّتة اللتين لا بدّ منهما ، فكان « الداغيروتيب » الذي نال نجاحاً كبيراً جدّاً (١٨٣٨) .

انطلاقاً من هذا الاكتشاف الضخم ، سيتطوَّر فنُّ التصوير ، فيُدلِّل اللون ، ويتسلَّل إلى غير المنظور ، بمساعدة المجهر ، والأشعة المجهولة وتحت الحمراء والفوبنفسجيّة ، ويسيطر على الحركة بفضل التصوير السينمائيّ . وسيغدو كلُّ شيءٍ قابلاً لأن يُثبَّت في صورة : الآثار التاريخيّة المكتشَفة من علوٍّ طائرة ، حركاتُ زهرة تتفتّح ، براكينُ اللهب المتفجِّرة من تاج الشمس ، الجراثيم والفيروسات ، والجُزَيْئات ، وحتى آثارُ الخلايا الأوَّليّة . ولم يعدْ هنالك مضمار ، خارجاً عن نطاق التصوير : إخباريّاً كان أم تربويّاً ، أم فنيّاً ، أم متّصلاً بالتحرّي[6] الاجرامي أو البحث العلميّ والصناعيّ .

أمّا المصوِّرون الهواة[7] الذين لا يُحصى لهم عدد ، فقد وُضِعت تحت تصرُّفهم أجهزةُ تصوير بالغة التطوُّر متعدّدة الأنواع والأشكال ، فيها الخفيفة الوزن والآليّة ، وفيها التي تستطيع أن تلتقط صورةَ طائر بعيد أو حشرة قريبة ، وتلك التي بوسعها أن تغوصَ سعياً وراء الصور التحمائيّة ، وتلك التي تُعطيك على الفور صورة بيضاء – سوداء أو ملوَّنة ، وتلك التي تمكِّنك من الحصول على نتائج خاصّة ، وتلك الأجهزة البالغة الصِغر ، الصالحة للتجسُّس ، التي تستطيع أن تشكِّلها بجيبك كقلم الحبر ، أو أن تضعَها في معصمك كالساعة .

صورة حصل عليها نيبس بعد عرض دام ٨ ساعات .



صورة عائليّة عام ١٨٤٥ . لاحظ ضخامة جهاز التصوير وعربة المختبر المتجوّل الواقفة على الطريق .

التفسير

١ – البؤرة : نقطة التقاء الأشعّة في العين أو في آلة التصوير .
٢ – تذليل المصاعب : التغلّب عليها .
٣ – كأداء : شديدة الصعوبة .
٤ – رواج : شهرة ، انتشار .
٥ – تطوير : تحسين .
٦ – التحرّي : البحث عن الحقيقة .
٧ – هواة : جمع هاوي : غير محترِف .

الاسئلة

١ – كيف صُنعت الغرف السوداء الأولى ؟ وإلى من يعود فضل التفكير فيها ؟
٢ – ماذا لاحظ العالم شيل ؟
ومن طبّق ملاحظته عمليّاً ؟ وكيف ؟
٣ – ما هو فضل « نيبس » في تطوير آلة التصوير ؟
٤ – وما كان فضل داغير في هذا المضمار ؟
٥ – اذكر بعض التطوّرات التي بلغتها أجهزة التصوير الحديثة .

وِلادَةُ حَضارَة

١ ـ من الجمر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • الشيطة على النار • ولادة الكتابة
٢ ـ الزجاج مادة ثقافية • الدولاب جهاز نقل • طيّارة الورق ، أكثر من لعبة بسيطة
٣ ـ آلات قياس الوقت • الورق ، مطية الفكر • الطرقات ، سُبل اتصال بين الشعوب
٤ ـ السيطرة على المعادن • المرأة : من ربة التبتّل إلى ربة العلم • رقصة ذرّات الغبار
٥ ـ من الأنطاكيين إلى المنظار إلى المقراب • الرسم البارد يصبح آلة تحريرا من الأرض • الصابون والطلاءات الناعمة

القَنَيْنَة تقوم بأولى تحدّياتها الكبيرة

٦ ـ المضخة المائية والطلمبة الرواية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
٧ ـ الأسلحة النارية عدّة الهلاك • البوصلة • طوق الكتفين ، في طقم الفرس ، فملابس الصيادين
٨ ـ « دولاب بسكال » عند الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إهداء الفراغ
٩ ـ التحوّل على وسادة من الهواء • الجمهور في سيطرته على المناخ : الصقر • ميزان الضغط .

مِنَ الحِرَف اليَدَوِيّة الى الصِّناعَة

١٠ ـ الآلة البخارية • من الراكب البخارية الأولى الى السفن الحربية • من « السامفناة » الى « الصاعقة »
١١ ـ المروحة والمطرقة المعلقة ... • من عجلة « كونيو » البخارية إلى سيّارتنا ... • غلاّ الدوّارة ...
١٢ ـ الآلات الالكترونية ستأتي • سَلايِب « فوكلايف » • من المنظار إلى البالونات الفضائية .
١٣ ـ تلغراف « شاپ » • من النسيج اليدوي الى نول الحياكة • الزراعة الأولى وزرعتها .
١٤ ـ بطارية « فولتا » • عجلات الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية .
١٥ ـ « لينوتيب » و « الينوتيبكسوب » • علب الحفريّات التي تعد بالمليارات • التربيات في العمل
١٦ ـ التلغراف الكهربائي يجتاح العالم ... • آلة الحياكة • عجلة التصوير تنقع على كل شيء .
١٧ ـ لوحة الألوان المركبة • المحرك المتقهقر يجرّ مدولب السيارات • التبتيج المفرد .

العَالَم يُبَدِّل مَعَالِمَ وَجهِهِ

١٨ ـ الينابيع للسراج والضياء • صفّ آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ ـ صناعة البرد • الينابيع مولّد التيار والمحرك الكهربائي • من الپيلوطريب الى الدينامو
٢٠ ـ البكرة وقيام يصنع كتلة في حقيقية • الكلام المنقول في سلك • الزام والطاقة الكهربائية
٢١ ـ سلسلة البرد • أويسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهائي الى الالكترودون
٢٢ ـ محرّة الهواء والمجرة المحاط • عصر الحديد في البناء • أنبوب أشعة أكس يقهر الكتلة
٢٣ ـ من الفكسكوب الى الينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يحفّز بالآمال الرحبة
٢٤ ـ محرّك ونزل يخرج من قباعة • الاتصالات البعيدة المدى تنقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ ـ زجاج لا يجرح • آلات تؤلب الخواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة .

مِنَ الذَّرَّة إلى الفَضَاء

٢٦ ـ كاشفات الجزيئات الدقيقة • الرفيعة الذرية • الجهر الالكتروني عين قارة على رؤية الغد بيساء
٢٧ ـ الزلزال الساحر • من الأدهين القديم إلى إبراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ ـ الترنزيستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأقمار التي تؤلف فيما طاقة المستقبل

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السفن البخارية ، والمناطيد والغوّاصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية بفضل البخار والكهرباء والآلة . فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع : من القاطرة والبكة المريدان الثقاب ، ومن التلغراف الى التصوير الشمسي ، ومن الدراجة الى الترببينة ...

تأليف : ف . لوت
رسوم : ب . بروبست
ترجمة وإعداد : سهيل سماحة

Copyright: Librairie Hachette.